3.

Beiträge zur Kenntniss der quergestreiften Muskelfasern.

Von

Dr. W. Dönitz.

(Hierzu Tafel XII.)

Im Jahre 1869 habe ich in der Julisitzung der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin Beobachtungen über die Querstreifung der Muskelfasern wirbelloser Thiere mitgetheilt, die ich hier unter Beifügung von Abbildungen eingehender besprechen will. Seitdem hatte ich Gelegenheit, die sogenannten quergestreiften Muskelfasern der Siphonophoren zu untersuchen, worüber ich in derselben Gesellschaft im Juni 1871 Bericht erstattet habe. Auch diesen Gegenstand will ich hier noch einmal zur Sprache bringen, und meine Beobachtungen durch Abbildungen erläutern.

Ueber die morphologischen Einrichtungen, welche die Querstreifung der Muskelfasern bedingen, gehen die Ansichten der Autoren weit auseinander. W Kühne[1]) hält noch immer die Behauptung aufrecht, dass bei Arthropoden der Inhalt

1) Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. 1. Lief. 1868. S. 149.

1650900

der Sarcolemschläuche „das Bild etagenartig gelagerter Scheiben von Fleischprismen bietet, getrennt durch eine in der Querrichtung der Faser mächtigere, in der Längsrichtung spärliche homogene flüssige Substanz.“ In directem Widerspruch damit steht W. Krause's Ansicht, wonach jede Fibrille aus einer Rehe von membranösen Kästchen sich aufbaut, in welche die Muskelprismen eingeschlossen sind. Zwar nimmt auch Krause die Anwesenheit einer Flüssigkeit an, aber diese umgiebt in jedem Kästchen das Muskelprisma in der Art, dass es gewissermassen in seinem Kästchen schwimmt. Der Fortschritt, den wir in dieser Arbeit zu begrüssen haben, besteht darin, dass hier die Anwesenheit von Membranen an der Fibrille betont wird Während aber Krause das Muskelkästchen als Formelement der Muskelfaser aufstellt, habe ich Beobachtungen gemacht, die ich nicht anders zu deuten weiss, als wenn die Fibrille als Formelement angenommen wird.

Beim Zerzupfen von Krebsmuskeln (Astacus fluv.), die ich aus den Scheeren entnahm, erhielt ich öfter Präparate, an welchen die Fibrille sich als eine mit quergestreiftem Inhalt erfüllte Scheide darstellte, innerhalb welcher der Inhalt streckenweise verschoben war, ohne dass an den verschobenen Partien eine Störung in den gewöhnlichen Erscheinungen der Querstreifung aufgetreten wäre. Die Fibrillenscheiden waren also stellenweise ihres quergestreiften Inhalts beraubt, waren aber trotzdem an diesen Stellen nicht zusammengefallen, sondern prall gefüllt mit einer hyalinen Flüssigkeit (Fig. 1). Eine Verletzung der Fibrillenscheiden war an diesen Stellen nicht zu bemerken, eben so wenig wie Spuren von etwanigen Scheidewänden, welche nach Krause zwischen den Prismen gelegen sind. Da ich nun eine ziemlich grosse Anzahl solcher leeren Scheiden gesehen habe, ohne jemals Reste von abgerissenen Scheidewänden oder Verletzungen der Fibrillenscheiden zu finden, so ist es mir unwahrscheinlich geworden, dass Septa vorhanden waren, welche nach Krause's Darstellung mit der Scheide in der Weise verbunden sind, wie etwa der Boden eines Trinkglases mit dessen Seitenwänden. Ausserdem lässt Krause seine Septa mit der Sarcolemscheide in Verbindung stehen, ja sogar von

derselben ausgehend zwischen die Muskelprismen hineinwachsen, während ich überall gefunden habe, dass die Fibrillenscheide etwas Selbstständiges ist, was mit dem Bindegewebe des Sarcolems gar nichts zu thun hat.

Hiernach bleibt immer noch die Frage offen: Wodurch wird die Querstreifung bedingt? So viel kann man bis jetzt mit Sicherheit angeben, dass in jeder Fibrille eine gewöhnlich matt grau erscheinende Substanz vorhanden ist, welche in regelmässige Abschnitte zerfällt und welcher wir die Eigenschaft der Contraktilität zuschreiben müssen. Zwischen je zwei solchen Abschnitten, den Muskelprismen, zeigt sich eine dunkle Linie, die beiderseits von einem hellen Saum eingefasst wird. Ausserdem kann man sehr häufig die Beobachtung machen, dass auch das Muskelprisma noch durch eine mässig dunkle, beiderseits hell begrenzte Linie in zwei gleiche Abschnitte zerfällt (Fig. 2). Wir wollen die stärker dunkeln Linien die Hauptlinien, die weniger dunkeln die Nebenlinien nennen. — Nicht selten erscheint die Fibrille geknickt, oder ihre seitlichen Contouren sind halbmondförmig ausgeschnitten, wie es die Figuren 3 und 4 zeigen, welche Präparate von der Stubenfliege darstellen. Am oberen Ende der in Fig. 5 dargestellten Fibrille erkennt man deutlich die Haupt- und Nebenlinien mit ihren hellen Säumen. Nach unten hin beginnt eine zickzackförmige Knickung der Fibrille, wobei es auffällt, dass die Knickungsstellen nicht allein den Haupt-, sondern auch den Nebenlinien entsprechen, während hier letztere eben so scharf und dunkel hervortreten wie die ersten. An anderen Präparaten (Fig. 6) erfolgt die Einknickung nur an den Hauptlinien. Ferner kommen Präparate vor, welche den Eindruck machen, als ob die Fibrille gedehnt wäre, indem die Liniensysteme weiter als gewöhnlich von einander abstehen und die dazwischen gelegenen Abschnitte sanduhrförmig eingeschnürt sind, wie es die Figuren 3 und 4 zeigen. Diese beiden Figuren unterscheiden sich dadurch, dass die Curven, welche die Sanduhrform bedingen, in Fig. 3 ohne Unterbrechung von einer Hauptlinie zur anderen ziehen, während sie in Fig 4 an den Nebenlinien eine Unterbrechung erleiden.

In manchen Fällen, besonders wenn die Fibrillen sehr fein sind, war es mir nicht möglich, die dunkeln Linien zu sehen; die Muskelprismen waren nur durch helle Räume von einander getrennt. Manchmal beobachtete ich beim Krebs, dass die Prismen selber wieder durch zwei helle Linien in drei gleich grosse Abschnitte zerlegt waren (Fig. 1); eine Erscheinung, die man nicht verwechseln darf mit der mehrfachen Streifung, die man häufig bei schiefer Beleuchtung des Objectes zu sehen bekommt (Fig. 7), und welche auf Lichtreflexe und Interferenzen bezogen werden muss. Nun könnte man daran denken, dass überhaupt die dunkeln und hellen Linien Reflexerscheinungen sind, vielleicht in der Weise, dass die hellen Linien die Reflexe der einander zugekehrten Seiten der Prismen darstellen, während die dunkeln Linien die Grenze zweier Muskelprismen bezeichnen, oder vielleicht auch als Interferenzlinien aufzufassen sind, welche Wellenthälern entsprechen. Die zickzackförmig geknickten Fibrillen sprechen durchaus nicht dagegen, denn man kann sich sehr wohl vorstellen, dass eine härtere oder weichere, respective flüssige Substanz die Muskelprismen trennt und unter Umständen sich noch zwischen einzelne Abschnitte derselben einschiebt, so dass das Prisma in zwei oder drei Unterabtheilungen zerfällt. In diesem Falle ist die leichte Möglichkeit des Einknickens gerade an den Querlinien gegeben, und sie wird um so leichter und häufiger erfolgen, je weiter die Zwischenräume sind; daher die grössere Häufigkeit der Einknickungen an den Hauptlinien.

Diese Annahme würde auch ohne Weiteres die Erklärung dafür abgeben, dass der Fibrilleninhalt verschiebbar ist. Auch die Erscheinungen, welche man bei Zusatz von Essigsäure zum Präparat erhält, sprechen nicht dagegen. Dieses Reagens macht die Fibrillen in der Art quellen, dass sie ein perlschnurartiges oder rosenkranzförmiges Ansehen gewinnen (Fig. 8). Die Einschnürungen zwischen je zwei kugeligen Muskelprismen werden durch die Hauptlinien gebildet, während die Nebenlinien im Aequator liegen. Wenn die Säure nicht zu energisch eingewirkt hat, so kann man auch jetzt noch die hellen Säume der dunkeln Linien erkennen. Die Rosenkranzform muss hier auf-

treten, sobald die Fibrillenscheide nicht stärker quillt als der Inhalt; die Scheide muss sich eng an die Muskelprismen anlegen, mögen sie gequollen sein oder nicht. An solchen Essigsäurepräparaten habe ich die Beobachtung gemacht, dass, wenn die Fibrillen zerbrechen, der Bruch sowohl durch die Neben- wie durch die Hauptlinien gehen kann (Fig. 8). An frischen Präparaten kann man dasselbe sehen, doch ist hier die Beobachtung unvergleichlich schwieriger.

Die eben von den Arthropodenmuskeln beschriebenen Erscheinungen zeigen sich auch an den Muskeln der Wirbelthiere, nur hat es mir bisher nicht gelingen wollen, leere Fibrillenscheiden darzustellen. Der Beobachtung setzt hier aber die Kleinheit der Verhältnisse Schwierigkeiten entgegen, die nicht von allen Autoren überwunden worden sind. Ich erinnere an die von Hensen im Juli 1870 versendete Photographie von Muskeln des Branchiostoma. Hensen will mit dieser Photographie seine Mittelscheibe beweisen, welche der Lage nach der von mir oben beschriebenen Nebenlinie entspricht; aber das Präparat war nicht scharf genug eingestellt, und die Beleuchtung für den grössten Theil des Präparates eine schiefe, so dass man an fast allen sarcous elements auf der einen Seite ein helles Licht, auf der anderen einen breiten Schatten sieht. Durch die vereinigte Wirkung der unscharfen Einstellung und der schiefen Beleuchtung gehen die Feinheiten, um die es sich hier handelt, vollständig verloren.[1])

1) Hinsichtlich der schiefen Beleuchtung des photographischen Präparates will ich noch bemerken, dass sie wahrscheinlich dadurch bedingt war, dass das Object nicht genau senkrecht zur Richtung des Lichtes orientirt war. Hensen selbst erklärt auch in dem Begleitschreiben, dass die Muskelplatte nicht eben ausgebreitet war, und die sehr wechselnde Schärfe, welche die einzelnen Abschnitte des Präparates im Bilde zeigen, deutet auf eine wellenförmige Lagerung der Muskelplatte. Nur eine Stelle der Photographie ist hinreichend scharf, um eine Andeutung von den oben beschriebenen Erscheinungen zu geben. Diese Stelle liegt neben dem dreieckigen Spalt, in welchem (in dem Exemplar des Berliner Anatom. Instituts) die Buchstaben q, m, z stehen. Wenn man die Photographie so stellt, dass dieser Spalt

Fassen wir die Resultate der bisherigen Untersuchung kurz zusammen, so ergiebt sich, dass man an den Fibrillen von Arthropodenmuskeln structurlose Scheide und Inhalt unterscheiden kann, dass der Inhalt in einzelne gleichwerthige Abschnitte zerfällt, Muskel- oder Fleischprismen, welche durch eine hell umsäumte dunkle Linie (Hauptlinie) von einander getrennt werden und selber noch durch ähnliche, meist weniger scharf gezeichnete Linien in zwei, ja auch in drei Unterabtheilungen zerfallen können. Die hellen Säume scheinen mir in Uebereinstimmung mit Heppner Lichtreflexe zu sein; die dunkeln Linien sind entweder der optische Ausdruck der an einander grenzenden Seiten der Prismen oder einer Zwischensubstanz von unbekannter Natur, die zwar mit ihrem Rande an der Scheide der Fibrille haften kann, aber nicht als Fortsetzung der Scheide in das Lumen derselben betrachtet werden darf. Wir sehen also an der Fibrille einzelne Theile in reihenweiser Aneinanderlagerung sich stets wiederholen und durch eine gemeinsame Scheide zu einer Einheit zusammengefasst werden, und sonach ist die Fibrille als Formelement der Muskelfaser aufzufassen.

Ueber die Entwickelung der quergestreiften Muskeln der Arthropoden habe ich keine Beobachtungen angestellt; dagegen kann ich Mittheilungen über dasjenige Gewebe der Siphonophoren machen, welches von den Autoren allgemein für musculös angesprochen worden ist. An der Innenfläche der Schwimmglocken und der Mäntel der Genitalkapseln der Siphonophoren sind bekanntlich flache, schmale Bänder ausgebreitet, welche quer zur Längsachse der Glocken verlaufen und sowohl Längs- wie Querstreifung zeigen. Diese Bänder bilden eine zusammenhängende Membran, welche noch, mit einer äus-

links vom Centrum liegt, so findet sich links davon eine etwas hellere Stelle von etwa 1½ Cm.□, welche ausser den von Hensen erwähnten dunkeln Linien auch die oben beschriebenen Reflexe zeigt; aber auch diese Stelle ist nicht scharf genug eingestellt, um das, was man an Arthropodenmuskeln mit so leichter Mühe sehen kann, hier in gewünschter Deutlichkeit zu zeigen.

esrst dünnen, kaum wahrnehmbaren Epithellage bekleidet, an den Schwimmglocken saumartig über den Rand der Glocke hinausragt und wie ein central durchbohrtes Diaphragma die Glockenmündung verengt. Die Quer- und Längsstreifung erinnert sofort an quergestreifte Muskelfasern, und alle Autoren, welche diese Bänder gesehen haben, fassen sie als solche auf. Nun sind wir aber gewöhnt, einerseits das Sarcolemm als integrirenden Bestandtheil des Primitivmuskelbündels zu betrachten, andererseits Muskeln nur da anzunehmen, wo sich auch Nerven finden, welche die Muskelthätigkeit regeln; und so fragt es sich, erstens, ob die Anwesenheit von Sarcolemm und Nerv nöthig ist, um den Stempel der quergestreiften Muskelfaser einem quergestreiften Gebilde aufzudrücken, welches, soweit die Beobachtungen reichen, ebenso functionirt, wie ein quergestreifter Muskel; und zweitens, ob Sarcolemm und Nerv auch bei Siphonophoren vorkommen.

Hinsichtlich des Sarcolemms ist zu erwägen, dass es zunächst nichts ist als eine Scheide, welche ein Bündel Fibrillen einschliesst. Bei höheren Thieren besteht diese Scheide aus Bindesubstanz und characterisirt sich gerade dadurch als etwas Accessorisches, als etwas, das von aussen zu dem Bündel Fibrillen hinzutritt und diese zusammenhält wie das Perimysium den ganzen Muskel. Wenn wir also das Sarcolemm in dieser Weise als Scheide auffassen, so ist es gleichgültig, ob diese von Bindesubstanz oder einem anderen Gewebe gebildet wird. Sehen wir nun darauf hin die Schwimmpolypen an, so finden wir, dass die fragliche contractile Membran an der Innenfläche der Schwimmglocken und ihres Randsaumes zunächst in Bänder zerfällt, welche quer um die Glocke herumziehen und ohne Ende in sich selbst zurückkehren. Diese Bänder, welche Längs- und Querstreifung zeigen, lassen sich unter günstigen Umständen in quergestreifte Längsfasern zerlegen (Fig. 9 an den Rändern); sie sind durch eine Zwischensubstanz getrennt, die sich am leichtesten erkennen lässt, wenn die contractile Substanz der Bänder an irgend einer Stelle verletzt ist und sich von der Rissstelle zurückzieht. Diese trennenden Leisten scheinen in directem Zusammenhange mit der Stütz-

lamelle zu stehen, auf welcher die Bänder unmittelbar aufliegen Ob diese Zwischensubstanz aber scheidenförmig die Bänder einschliesst, nach Art eines Sarcolemms, das konnte ich an meinen Präparaten nicht entscheiden, da ich es versäumt habe, Querschnitte anzufertigen. Wenn daher Jemand darauf besteht, dass das Sarcolemm als integrirender Bestandtheil des Primitivmuskelbündels aufgefasst werde, so muss ich zugeben, dass die sogenannten quergestreiften Muskelfasern der Siphonophoren noch nicht hinreichend untersucht sind, um diesen Punkt erledigen zu können, obgleich das notorische Auftreten einer Zwischensubstanz zwischen den einander berührenden Kanten der Bänder allein schon als Analogon des Sarcolemms aufgefasst werden kann.

Was den anderen Punkt betrifft, wonach Muskelfasern nicht ohne Nerv gedacht werden können, so ist es mir allerdings nicht möglich gewesen, weder peripherische Nerven noch ein nervöses Centralorgan bei Siphonophoren aufzufinden; wobei ich bemerke, dass ich nur frische, lebendige Thiere untersucht und mich der Anwendung von Reagentien enthalten habe. Ich habe aber am Rande der Schwimmglocken einiger Siphonophoren Organe gefunden, welche man nach der gewöhnlichen Anschauungsweise für Sinnesorgane, und zwar für Augen halten wird (Fig. 10) Es sind dies bläschenförmige Gebilde, welche über die Oberfläche hervorragen, auf ihrem Gipfel einen rothen oder gelben Pigmentfleck tragen, und welche einen kugligen Körper umschliessen. Letzterer würde nach der gebräuchlichen Anschauungsweise als Linse zu bezeichnen sein. Diese Organe entsprechen durchaus gewissen Randkörpern der Quallen, welche man für Sinnesorgane erklärte, lange bevor man von den Nerven dieser Thiere sprach, und somit werden wir mit derselben Berechtigung auch die von mir aufgefundenen Randorgane der Siphonophoren für Sinnesorgane, eventuell für Augen halten dürfen. Damit sind wir aber vor die Alternative gestellt, entweder anzunehmen, dass die Siphonophoren Nerven besitzen, die man noch nicht hat entdecken können; oder dass es Thiere giebt, welche zwar Sinnesorgane, aber kein Nervensystem besitzen. Wäre Letzte-

res der Fall, so würde man sich eben so wohl Muskeln ohne Nerven denken können, während wir im ersten Falle sofort aus aller Verlegenheit wären.

Ich glaube hiermit die Bedenken, welche sich gegen die Auffassung der gestreiften Bänder als Muskelfasern erheben können, hinreichend klar dargelegt zu haben, und will nur noch hinzufügen, dass es schwer hält, sie nicht für musculös zu halten, wenn man den unaufhörlichen und rapiden Wechsel von energischer Contraction und ausgiebiger Erschlaffung beobachtet hat. Ich gehe nun, worum es mir hauptsächlich zu thun ist, auf die Entwickelung dieser Bänder ein, mögen sie für Muskeln gehalten werden oder nicht.

An Physophoriden, bei welchen ein fortwährender Nachwuchs junger Schwimmglocken stattfindet, lässt sich die Entwickelung der quergestreiften Bänder sehr leicht beobachten. Fig. 11 zeigt drei verschiedene Entwickelungsstufen von Schwimmstücken von Agalmopsis Sarsii. Die mittlere Glocke, welche man im Profil sieht, lässt deutlich erkennen, dass die beiden äusseren Schichten a und b sich nach innen umschlagen, und dass innerhalb der Schicht a ein Hohlraum d sich zu bilden beginnt, der sich später nach aussen öffnet und das Lumen der Glocke darstellt. Die Canäle c und c′ sind Verlängerungen des allgemeinen Hohlraums des ganzen Individuenstocks. Sie sind, was man in der vorliegenden Zeichnung wegen der angewendeten schwachen Vergrösserung nicht unterscheiden kann, von einem Epithel ausgekleidet und erscheinen wie Ausgrabungen innerhalb der hyalinen hier nicht unterscheidbaren Stützlamelle. Aus der Zeichnung wird es klar, dass die Auskleidung der Innenwand der Glocke von den beiden äusseren Belegschichten der Stützlamelle, a und b, geliefert wird, entgegen den Angaben anderer Autoren. Die tiefere Schicht b′ ist es nun, aus welcher sich die contractile quergestreifte Membran herausbildet. Untersucht man diese Schicht in einem etwas späteren Stadium, so findet man sie aus grossen Zellen zusammengesetzt, welche in die Länge wachsen, sich zu quer verlaufenden Bändern anordnen und vermittelst fingerförmiger Fortsätze unter einander verflechten (Fig. 12 und 13).

Während der Inhalt dieser Zellen anfänglich feinkörnig erscheint, tritt später eine zuerst nicht ganz regelmässig erscheinende Längs- und Querstreifung in ihnen auf. Der Kern ist in diesem Stadium noch mit grosser Deutlichkeit zu erkennen Später verschwindet er, die Zellen verschmelzen, aus einer Reihe Zellen geht ein Band hervor, welches die oben beschriebene Textur zeigt und in quergestreifte fibrilläre Bestandtheile zerlegt werden kann.

Lässt man die oben ausgesprochenen Bedenken gegen die Auffassung dieser Bänder als Muskelfasern fallen, so hat man an den jungen Schwimmglocken der Physophoriden eine ausgezeichnete Reihe von Entwickelungsstadien der quergestreiften Muskelfaser. Man wird sich aber vorstellen können, dass es noch einen einfacheren Modus der Muskelbildung giebt, dass nämlich aus einer einzigen Zelle ein, wenn auch kurzes Muskelprimitivbündel entstehen kann. In unserem Falle verschmelzen ganze Reihen von Zellen unter einander, weil der Umfang der Glocke zu gross ist, um durch eine einzige Zelle umspannt zu werden.

Die mitgetheilten Beobachtungen können also nur in dem Falle massgebend für die Entwickelung der Muskelfasern sein, wenn man die gestreiften Bänder für Muskelfasern gelten lässt. Unter allen Umständen stellen sie Differenzirungen in der Aussenschicht des Siphonophorenkörpers dar, in welcher allein das die Bewegung vermittelnde Gewebe gelegen ist; und es scheint, als ob wir an den Siphonophoren alle Uebergänge von contractiler Substanz zu wohl differenzirten, quergestreiften Muskelfasern haben. Am Stamm des Individuenstocks kann man nämlich eine Schicht langer, dickwandiger Röhren isoliren, welche auch unmittelbar auf der Stützlamelle liegen. In gewissen Abständen, und zwar bei allen Röhren auf gleicher Höhe, finden sich kuglige Gebilde, von welchen es unentschieden bleiben muss, ob sie Vacuolen oder solide Körper darstellen (Fig. 14). Sie haben Aehnlichkeit mit den kugligen und ovalen Gebilden, welche man im Inneren der quergestreiften, von einer Scheide umschlossenen röhrenförmigen Muskeln älterer Salpen findet (Fig. 16), während an Embryonen von Sal-

pen die Muskelröhren, welche zwar schon die Längs-, aber noch nicht die Querstreifung aufweisen, schöne, deutliche Kerne im Lumen der Röhre enthalten (Fig. 15). Ebenso also wie bei Salpen die Kerne zu Grunde gehen und in den centralen Körpern Spuren ihrer Existenz zurücklassen, wird man annehmen können, dass hier die regelmässig vertheilten bläschenförmigen Gebilde die Reste von früher vorhandenen Zellkernen darstellen. Junge Siphonophoren bekam ich zu selten in die Hände, als dass ich Gelegenheit gehabt hätte zu untersuchen, in welcher Weise sich die Schicht der contractilen Röhren entwickelt.

Bei der Untersuchung der Tentakel der Schwimmpolypen ist es mir nicht gelungen, eine besonders differenzirte contractile Schicht nachzuweisen. Ich fand dort nur ein Gewebe, welches alle Charactere der protozootischen Substanz besitzt. Aber auch an der Aussenfläche der Schwimmglocken findet sich diese Substanz, und entwickelt sogar in der Nähe der oben beschriebenen Randkörper grosse, dicke Pseudopodien (Fig. 10 b), welche als Tastorgane betrachtet werden können, da ich nur einen Wechsel der Form, niemals des Ortes an ihnen bemerken konnte. An der Wurzel dieser Pseudopodien fanden sich kleine Vacuolen in der contractilen Substanz. Somit sehen wir, dass in ein und derselben Schicht des Siphonophorenkörpers die protozootische Substanz weitere Differenzirungen durchmachen oder sich in dieser Beziehung indifferent verhalten kann. Tritt Differenzirung ein, so entwickelt sich ein Gewebe, welches das Bewegungsorgan des betreffenden Abschnittes des Individuenstocks darstellt; und dieses Gewebe kann einerseits den röhrenförmigen Bau der Musculatur der Salpen oder der Würmer annehmen, andererseits die quergestreifte Muskelfaser höherer Thiere in so täuschender Weise nachahmen, dass es schwer hält, sie nicht für Muskeln zu halten. Weitere Untersuchungen müssen entscheiden, ob die oben beigebrachten Bedenken gegen die Auffassung dieses Gewebes als Muskelfasern gerechtfertigt sind. Jedenfalls finden sich Umänderungen der protozootischen Substanz, welche zu weiteren Differenzirungen Veranlassung geben können, wie wir an dem Auftreten der tentakelartigen Pseudopodien erkennen. So lange die proto-

zootische Substanz keine Umwandlungen eingeht, versieht sie eine ganze Reihe von Functionen zugleich. Sobald aber einmal auch nur eine Differenzirung mit Rücksicht auf eine bestimmte Function, wie die der Ortsbewegung, eingetreten ist, werden leicht andere folgen.

Vielleicht führen die beigebrachten Thatsachen dahin, den Begriff der Muskelfaser, der bisher immer nur ein sehr vager und mehr physiologisch als morphologisch gefasster war, einigermassen zu modificiren, oder zur Entdeckung neuer Organisationsverhältnisse der Schwimmpolypen zu führen, wie sie auch mir schon den Weg gezeigt haben zur Auffindung der Randkörper und der tasterartigen Pseudopodien.

Erklärung der Abbildungen.

Figur 1. Astacus fluviatilis. Seheerenmuskeln. Die Fibrillen zeigen sich als Röhren, deren Inhalt zum Theil verschoben ist Die Muskelprismen sind durch helle Querlinien von einander getrennt und zerfallen selber durch das Auftreten zweier weniger hellen Linien je in drei Unterabtheilungen. Bei 825facher Vergrösserung gezeichnet.

Fig. 2. Musca domestica. Zwei Fibrillen, an denen dunkle, hell gesäumte Hauptlinien die Muskelprismen von einander trennen. Aehnliche, nur schwächer angedeutete Linien theilen jedes Muskelprisma in zwei Abschnitte.

Fig. 2—8 sind bei 450facher Vergrösserung gezeichnet.

Fig. 3. Idem. Die Fibrille ist am oberen Ende verschmälert und in die Länge gezogen. Die einzelnen Abschnitte haben Sanduhrform.

Fig. 4. Id. Andere Art der sanduhrförmig gedehnten Abschnitte der Fibrille.

Fig. 5. Id. Die Fibrille ist am unteren Ende geknickt, woselbst die Nebenlinien die Charaktere der Hauptlinien annehmen.

Fig. 6. Id. Die Knickung findet nur in den Hauptlinien Statt.

Fig. 7. Id, Schiefe Beleuchtung des Objectes, wodurch Interferenzlinien entstehen.

Fig. 8. Id. Das Präparat ist mit Essigsäure behandelt, die Fibrille aufgequollen und in einer Nebenlinie durchgebrochen.

Fig. 9. Hippopodius luteus. Abschnitt der contractilen Membran von dem Saum einer Schwimmglocke. Man erkennt die hier ausnahmsweise unregelmässig angeordneten Bänder und deren Zerfall in quergestreifte Fibrillen. Vergr. Gundlach I/6.

Fig. 10. Praya diphyes. Rand einer Schwimmglocke. An der Anheftungsstelle des irisförmigen Saumes (c) finden sich bläschenförmige Randkörper (a), welche ein kugliges Gebilde einschliessen und an ihrer freien Fläche mit einem rothen Pigmentfleck besetzt sind. Zwei tasterartige Pseudopodien in verschiedenen Contractionszuständen (b) sitzen am freien Rande in der Gegend, wo der Randcanal (d) verläuft. Vergr. Gundl. I/5.

Fig. 11. Agalmopsis Sarsii. Drei in der Entwickelung befindliche Schwimmstücke. Die Schichten a und b bilden den äusseren Beleg der Stützlamelle und setzen sich continuirlich in das Innere der Glocke fort, deren sich bildenden Hohlraum (d) sie als Wand auskleiden. Aus der Schicht b' entwickelt sich die gestreifte Membran (Muskelhaut). c und c' radiäre Canäle. Vergr. Gundl. I/4.

Fig. 12. Apolemia contorta. Ein Stück der gestreiften Membran einer jungen Schwimmglocke. Die Zellen haben schon Längs- und Querstreifung und lassen noch den Kern erkennen. Gundl. I/6.

Fig. 13. Forskalia Edwardsii. Wie Fig. 12. Die Zellen sind durch Druck auf das Präparat aus einander gedrängt worden. Vergr. Gundl. I/6,

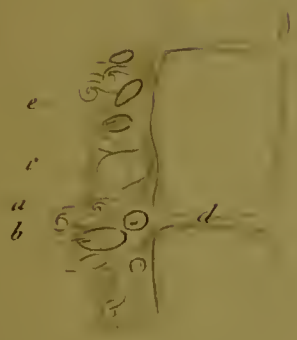
Fig, 14. Rhizophysa filiformis. Röhrenförmige Längsfasern aus dem Stamm des Individuenstocks, mit stellenweise eingestreuten Aggregaten kugliger Gebilde. Gundl. I/6.

Fig. 15. Salpa maxima, Embryo. Junge, längsgestreifte Muskelfaser mit einer Reihe central gelagerter Kerne. Gundl. I/6.

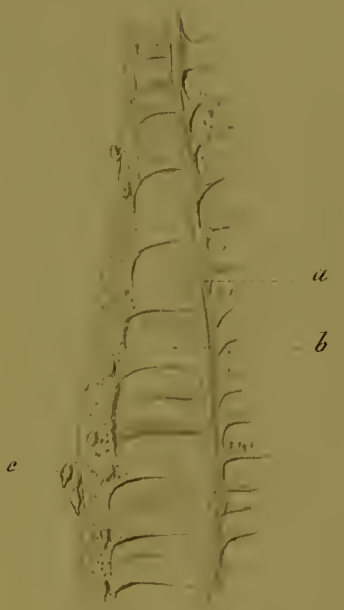
Fig. 16. Salpe. Zwei durchschnittene, quergestreifte, röhrenförmige Muskelfasern, in der Contraction. Der Inhalt der Röhren besteht aus Körnchen und Kügelchen Gundl. I/6.

B.

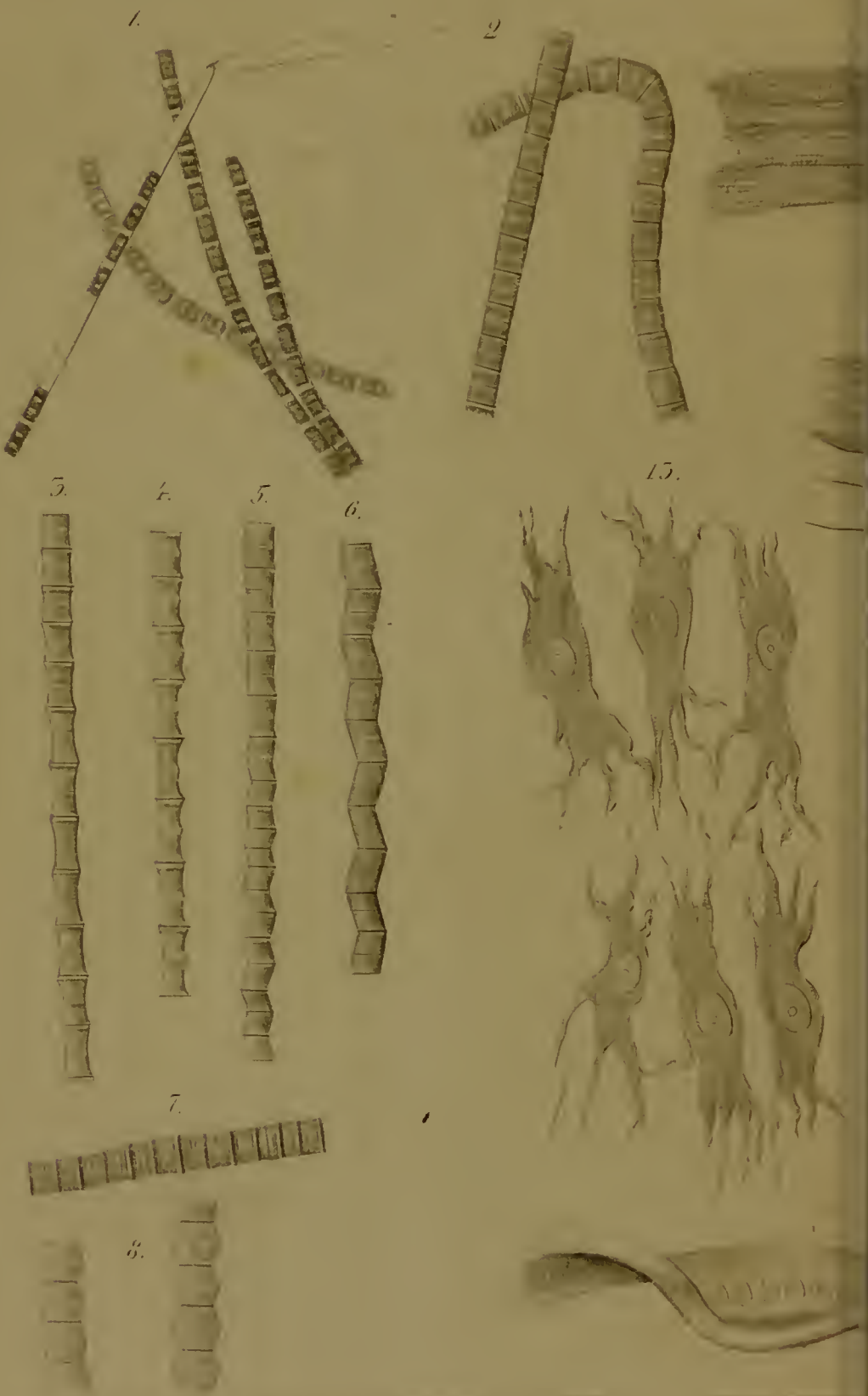
1.



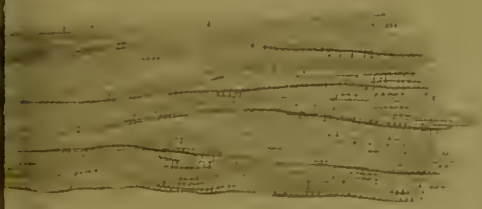
2.



3.

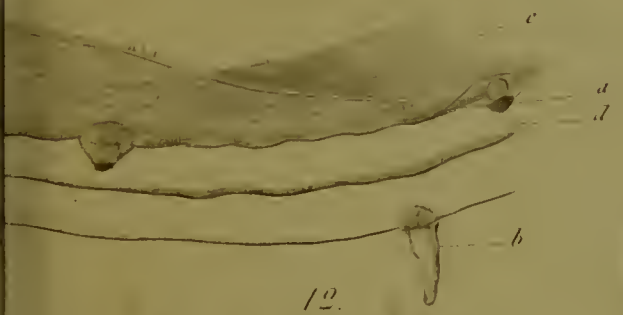

1.
2
3.
4.
5.
6.
7.
8.
15.

9.



11.

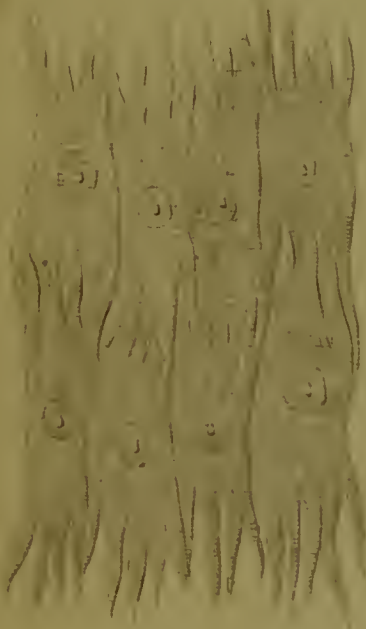
10.

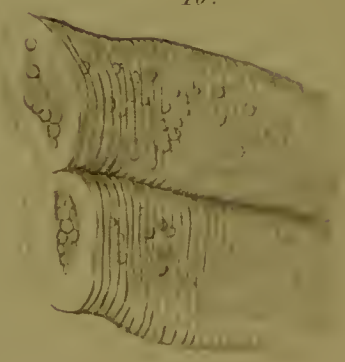


c'

14.

12.



15.

16.